

## **OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

### **mgr inż. Patryka Matkowskiego pt. „Modelowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peletów przeznaczonych na ściółkę”.**

Recenzję opracowałem na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie dr hab. inż. Tomasza Nurka, prof. SGGW, który poinformował mnie, że Rada Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna SGGW na posiedzeniu w dniu 27 kwietnia 2021 r. powierzyła mi funkcję recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Patryka Matkowskiego pt. „ Modelowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peletów przeznaczonych na ściółkę”.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Patryka Matkowskiego została wykonana pod kierunkiem Promotora naukowego prof. dr hab. inż. Aleksandra Lisowskiego oraz Promotora pomocniczego dr inż. Adama Świętochowskiego.

Jednym z systemów intensywnego utrzymania drobiu jest chów podłogowy, który można podzielić na ściółowy, rusztowy i ściółowo-rusztowy. W systemie ściółowym najczęściej prowadzi się odchów ptaków rzeźnych (kurczęta brojlery, indyki rzeźne, kaczki i gęsi) oraz wychów wszystkich gatunków drobiu, chów stad reprodukcyjnych lub niosek jaj konsumpcyjnych. Charakterystyczną cechą tego systemu jest utrzymywanie ptaków na głębokiej ściółce, którą zakłada się przed zasiedleniem obiektu. W trakcie cyklu produkcyjnego systematycznie i w miarę potrzeby ściółkę należy uzupełniać, którą następnie usuwa się po zakończonej produkcji.

Najczęściej używanym materiałem ściółkowym jest słoma żytnia, chociaż może to być także słoma innych gatunków zbóż. W przypadku chowu młodych indyków rzeźnych częstym materiałem ściółkowym są wióry z drzew liściastych. Niestety, materiał ściółkowy ze słomy, a także wióry są często źródłem zarodników grzybów pleśniowych z rodzaju *Aspergillus*, które wywołują niebezpieczną chorobę układu oddechowego, zwłaszcza u młodych ptaków. Ta sytuacja sprawia, że dzisiaj w chowie intensywnym drobiu coraz częściej stosuje się pelet

z różnych materiałów ściółkowych (słoma, wióry, trociny, torf), który po obróbce termicznej i zabiciu zarodników grzybów jest bezpieczny i nie stanowi źródła zakażenia ptaków wspomnianymi grzybami. Ściółka w chowie drobiu powinna zapewnić ptakom właściwy mikroklimat, chronić przed ewentualnymi okaleczeniami, nie może być zanieczyszczona zarodnikami grzybów, izolować ptaki od chłodnej betonowej posadzki, a przede wszystkim wiązać pomiot i zawarte w nim substancje płynne. Takie walory posiada pelet.

W warunkach klimatu Polski materiałem o dość dużym potencjale dostępności jest słoma pszenna, którą w czystej postaci i w formie pociętej charakteryzują niekorzystne właściwości fizyczne mające wpływ na dobrostan drobiu. Technologią niwelującą niekorzystne właściwości pociętej słomy jest jej speletowanie oraz dodanie dodatków zwiększających zdolność pochłaniania wody np. węgla wapnia lub mąki maniokowej. Określenie odpowiedniej ilości dodatków, które zwiększą absorpcję cieczy, przy zachowaniu wymaganej jakości podłoża oraz określeniu optymalnych warunków peletowania, stanowiło genezę podjęcia badań. Oznacza to, że podjęcie przez mgr inż. Patryka Matkowskiego badań dotyczących modelowania i optymalizacji procesu wytwarzania peletów przeznaczonych na ściółkę, zarówno z punktu widzenia naukowego, jak i utylitarnego, jest w pełni uzasadnione.

Otrzymana do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Patryka Matkowskiego składa się z autoreferatu, przygotowanego w oparciu o wyniki badań przedstawionych w 3 publikacjach:

1. Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski A. Pelletising pure wheat straw and blends of straw with calcium carbonate or cassava starch at different moisture, temperature, and die height values: Modelling and optimisation. *Journal of Cleaner Production* 2020; 272:1-11. doi: 10.1016/j.jclebro. 2020.122955.

**IF 7,246( 2019), IF 5-letni 7,491 , pkt. MNiSW 140, Udział w publikacji 90%.**

2. Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski A. Characterisation of Wheat Straws Pellets Individually and Combination with Cassava Starch Or Calcium Carbonate under Various Compaction Conditions: Determination of Pellet Strength and Water Absorption Capacity. *Materials*. 2020;13(19) 1-15. Doi 10.3390/ma 13194375.

**IF 2,972( 2018), IF 5-letni 3,532 , pkt. MNiSW 140, Udział w publikacji 90%.**

3. Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski. Effect of compacted dose of pure straw and blends of straw with calcium carbonate or cassava starch on pelletising process and pellet quality. *Journal of Cleaner Production* 2020; 277:1-12. doi: 10.1016/j.jclebro. 2020.124006.

**IF 7,246( 2019), IF 5-letni 7,491 , pkt. MNiSW 140.**

Sumaryczny IF wynosi 17,464 , a suma punktów z listy czasopism punktowanych 420 pkt. Zarówno publikacje w czasopiśmie *Journal of Cleaner Production* jak i *Materials* przypisane są do obszaru nauk inżynieryjno-technicznych dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w przedstawionych do oceny 3 publikacjach doktorant jest pierwszym autorem, a jego udział był wiodący i zgodnie z deklarowanym oświadczeniem, w każdej z prac wynosił 90%.

Autoreferat składa się z 46 stron druku komputerowego oraz zamieszczonych kopii 3 publikacji naukowych będących podstawą przedstawionej dysertacji. Dysertacja obejmuje spójny tematycznie cykl trzech oryginalnych publikacji naukowych oraz poprzedzające je polskojęzyczne opracowanie przypominające skróconą wersję klasycznej rozprawy doktorskiej.

W recenzowanej pracy doktorskiej, poza wykazem publikacji stanowiących główne osiągnięcie Doktoranta, przedstawiono streszczenie w języku polskim i angielskim, wstęp, opis stanu wiedzy z zakresu tematyki rozprawy, cel badań i sformułowane hipotezy badawcze, charakterystykę badanego materiału i zastosowane metody badawcze oraz syntetyczne omówienie publikacji będących podstawą dysertacji wraz z omówieniem uzyskanych wyników i dyskusji. Zgodnie z założonym celem Autor podsumował uzyskane wyniki siedmioma wnioskami. W pracy znajduje się również wykaz wykorzystanej do przygotowania rozprawy 39 pozycji bibliografii.

Opis stanu wiedzy o peletach przeznaczonych na ściółkę (rozdział 1.) Doktorant zaprezentował na 3,5 strony maszynopisu. Syntetycznie scharakteryzował wymagania stawiane materiałowi przeznaczonemu na ściółkę, zaznaczając, że interesującym podejściem do alternatywnego materiału ściółkowego jest jego peletowanie. Analiza zagadnienia przeprowadzona przez Autora wykazała, że wyniki badań dotyczące wpływu peletowanej słomy na tzw. wydajność i dobrostan boilerów nie są jednoznaczne, chociaż większość autorów stwierdza jej pozytywny wpływ. Znacznie więcej uwagi w rozdziale tym poświęcono wpływowi dodatków na proces granulowania oraz właściwości materiałów mających wpływ na proces peletowania. Doktorant słusznie stwierdza, że w rzeczywistych warunkach produkcyjnych występują dodatkowo czynniki losowe, które zakłócają powtarzalność procesu i znacznie utrudniają prawidłowe wnioskowanie o czynnikach wpływających na proces peletowania. Uważam, że ten rozdział zawiera podstawowe aktualne dane z zakresu tematu dysertacji, ale mógłby być bardziej rozbudowany.

Głównym celem rozprawy (rozdział 2.) było według Doktoranta, określenie wpływu termicznej obróbki rozdrabianej słomy z dodatkiem węgla wapnia lub mąki maniokowej podczas aglomeracji ciśnieniowej na właściwości użytkowe podłoża stosowanego w produkcji drobiu. Główny cel pracy realizowano w oparciu o weryfikację dwóch hipotez badawczych sformułowanych następująco:

\* H1: Termiczna obróbka związków lignocelulozowych podczas wytwarzania peletów jest korzystna tylko przy określonej wilgotności i temperaturze procesu dla danego materiału roślinnego.

H2: Podłoże przygotowane z peletów wytworzonych w optymalnych warunkach powinno być bardziej miękkie i sprężyste oraz o lepszej zdolności absorpcyjnej cieczy niż słoma.

W rozdziale tym przedstawiono również zakres pracy oraz podano informację, że szczegółowe cele i zakresy badań są podane w poszczególnych artykułach. Moim zdaniem tak sformułowany główny cel badań oraz hipotezy badawcze nie budzą żadnych zastrzeżeń. Należy podkreślić, że postawiony przez Doktoranta cel badań oraz hipotezy badawcze są ambitne i prawidłowo sformułowane.

W następnym rozdziale ( rozdział 3.) pt. „Materiał i metody badawcze” Autor na siedmiu stronach maszynopisu składających się z 2 podrozdziałów scharakteryzował materiał badawczy, przedstawił sposób przygotowania próbek do badań i metodę określenia rozkładu wymiaru cząstek. Doktorant opisał sposób i etapy peletowania materiału badawczego oraz metodę pomiarów właściwości fizycznych i parametrów wytrzymałościowych peletów oraz zdolność absorpcji przez nich wody. Rozdział ten zakończony jest dwoma podrozdziałami, w których syntetycznie przedstawiono statystyczny sposób opracowania wyników oraz zastosowaną metodę optymalizacji warunków zagęszczania. Rozdział ten został przygotowany bardzo starannie. Doktorant szczegółowo omówił zastosowane metody badawcze oraz wykorzystywaną podczas prowadzenia doświadczeń aparaturę i urządzenia. Zdaniem recenzenta pewien niedosyt budzi zbyt lakoniczne opisanie zastosowanych metod statystycznych oraz wybór metody optymalizacji warunków zagęszczania, chociaż należy podkreślić, że zastosowane do ich realizacji pakiety programów komputerowych Statistica oraz Scilab są jak najbardziej prawidłowe.

W rozdziale 4 pt. „ Syntetyczne omówienie publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej”, zaprezentowanym na 20 stronach maszynopisu szczegółowo omówiono wyniki badań i ich analizę. Zdaniem recenzenta zatytułowanie tego rozdziału np. jako „Wyniki

badan i ich analiza,, lub „Wyniki badan i dyskusja” bardziej poprawnie odzwierciedlaoby treści w nim zawarte.

Celem badan w publikacji pt. „Peletowanie czystej pszennej słomy i mieszanki słomy z węglanem wapnia lub skrobią maniokową przy różnej wilgotności i temperaturze oraz wysokości matrycy. Modelowanie i optymalizacja” było zbadanie procesu peletowania czystej słomy pszennej oraz zmieszanej dodatkami węglanu wapnia i skrobi maniokowej. Stwierdzono, że wszystkie analizowane czynniki zmienne, tzn. rodzaj i stężenie dodatku, wysokość matrycy oraz temperatura materiału miała statystycznie istotny wpływ na proces zagęszczania peletów. Opracowano również modele matematyczne dla parametrów zagęszczania i gęstości pojedynczych peletów, na podstawie których określono optymalne wartości zmiennych sterujących.

W publikacji pt. „ Charakterystyka pojedynczych peletów wytworzonych ze słomy pszennej i w połączeniu ze skrobią maniokową lub węglanem wapnia w różnych warunkach zagęszczania. Określenie wytrzymałości peletów i zdolności absorpcji wody przez pelety” badano wpływ jednostkowej pracy ściskania, ponadto określano moduł sprężystości i maksymalne naprężenie ściskające. Celem pracy było wyznaczenie optymalnych parametrów zagęszczania słomy pszennej oraz zmieszanej z analizowanymi dodatkami, których kryterium określono poprzez maksymalizację wytrzymałości peletów na ściskanie i absorpcję wody przez pelety zgniecione.

Do cyklu jednotematycznych publikacji przedstawionych do oceny jako rozprawa doktorska wchodzi również publikacja pt. „Wpływ zagęszczanej dawki czystej słomy pszennej i mieszanki słomy z węglanem wapnia lub skrobią maniokową na proces peletowania i jakość peletów”. Celem tej pracy było wyznaczenie charakterystyk rozmiarów cząstek rozdrobnionej czystej słomy pszennej oraz mieszanek słomy pszennej z analizowanymi dodatkami i ich udziały procentowe. Ponadto przeprowadzono badania zagęszczania tego materiału o różnej pojedynczej dawce wraz z wyznaczeniem gęstości peletów, parametrów wytrzymałościowych peletów podczas ich ściskania, modułu sprężystości, jednostkowej pracy pęknięcia i naprężeń ściskających. Zgniecione i niezgniecione pelety scharakteryzowano pod względem ich zdolności absorpcji wody. W wyniku przeprowadzonej analizy korelacji dla 12 parametrów opisujących peletowanie i jakość peletów, usunięto dwa parametry tzn. naprężenie ściskające oraz przemieszczanie tłoka do maksymalnego ciśnienia aglomeracji, ponieważ były one silnie skorelowane z jednostkową pracą zagęszczania i przesunięciem peletu w matrycy. W większości analizowanych



przypadków zmiennymi decyzyjnymi był udział i rodzaj dodatku oraz dawka, które miały wpływ na zróżnicowane wartości parametrów kryterialnych.

Autor w tym rozdziale bardzo szczegółowo, a wręcz wzorcowo opisał uzyskane wyniki badań i bardzo dogłębnie przeprowadził ich analizę, ponadto przedstawił wykorzystane do opracowania wyników metody statystyczne. Dla opracowanych modeli matematycznych (regresyjnych) określono optymalne wartości zmiennych sterujących. Wysoko oceniam wszechstronną i dojrzałą dyskusję, wyjaśniającą uzyskane zależności, krytyczną ocenę uzyskanych wyników. Jedynym mankamentem jest brak jasno wskazanych dalszych kierunków badań.

W następnym rozdziale Doktorant sformułował siedem wniosków. Zdaniem recenzenta większość tzw. sformułowanych wniosków to stwierdzenia, dlatego też bardziej poprawny tytuł tego rozdziału powinien brzmieć „Wnioski i stwierdzenia”.

W prezentowanym autoreferacie w rozdziale „Spis piśmiennictwa” przedstawiono 39 pozycji bibliografii (wszystkie pozycje angielskojęzyczne), z których 27 pozycji wydano w okresie ostatnich 10 lat (co stanowi ok. 70%). Należy uznać to za bardzo dobry wskaźnik.

Po przeczytaniu opracowania nasunęły mi się następujące spostrzeżenia dotyczące pracy.

1. Pewne wątpliwości budzi deklaracja Doktoranta wynosząca 90% Jego udziału w każdym z trzech artykułów, tym bardziej, że Promotor w każdym z nich jest autorem korespondencyjnym. Ponadto Promotor w jednym z artykułów jest również między innymi współautorem nie tylko koncepcji ale również metodyki badań i ich analizy, wizualizacji wyników oraz osobą odpowiedzialną i kierująca zespołem autorów.
- 2 W rozdziale pt. „Opis stanu wiedzy o peletach przeznaczonych na ściółkę” przedstawiono podstawowe aktualne dane z zakresu dysertacji, ale zdaniem recenzenta omówiono go zbyt skrótowo. Uważam, że nawet w rozprawach przygotowanych jako cykl publikacji charakterystyka stanu wiedzy powinna być bardziej rozbudowana, szczególnie że w artykułach stanowiących główne osiągnięcie Autora informacje na ogół są powielane z informacji zawartych w rozdziale 1.
- 3 W przygotowanym autoreferacie napisanym w języku polskim występują nieliczne błędy stylistyczne. Niemniej jednak posługiwanie się przez inżyniera pojęciami typu „wydajność ptaka” jest mało precyzyjna być może lepiej byłoby napisać np. „przyrost masy” itd. Szkoda, że Doktorant w rozdziale pt. „Materiał i metody badawcze” nie przedstawił schematycznie algorytmu prowadzenia doświadczeń, co znacznie zwiększyłoby przejrzystość pracy i podniosło jej wartość.

Natomiast do uwag zamieszczonych poniżej proszę o odniesienie się do nich Doktoranta podczas publicznej obrony:

- 4 Autor w rozdziale pt. „Analiza statystyczna” podaje, że do opracowania wyników badań zastosowano analizę wariancji MANOWA oraz testy post-hoc (test Tukeya) oraz opracowano nieliniowe modele regresyjne. Obliczenia wykonano w pakiecie programów statystycznych Statistica v. 13.3. Czy przed zastosowaniem odpowiednich procedur statystycznych doktorant sprawdził poprawność ich stosowania, tzn. normalność rozkładu badanych zmiennych oraz jednorodność ich wariancji? Jakimi kryteriami kierował się przy wyborze modeli krzywoliniowych, tzn. w jaki sposób ocenił zgodność wyprowadzonych modeli do danych empirycznych ?
- 5 W rozdziale pt. „Wnioski” , który zdaniem recenzenta powinien być zatytułowany „Wnioski i stwierdzenia” Doktorant sformułował 7 wniosków. Zdaniem recenzenta nie powinno się w formułowanych wnioskach (stwierdzeniach) używać skrótów typu WS, CC itd. ( np. wniosek 3), a operować konkretną nazwą: słoma pszenna (WS), węglan wapnia (CC) itd. Natomiast brakuje tzw, wniosku programowego, tzn. Czy badania należy kontynuować, jeżeli tak, to w jakim kierunku i czy rozszerzyć o inne czynniki, jakie ?

Podsumowując opiniowana praca naukowa mgr inż. Patryka Matkowskiego jako przedmiot rozprawy doktorskiej nie budzi zastrzeżeń pod względem merytorycznym i formalnym. Praca wykonana została z użyciem nowoczesnych metod badawczych, umożliwiających osiągnięcie założonego celu. Na podkreślenie zasługuje wyważenie wartości poznawczych i użytecznych. Występujące w rozprawie drobne błędy i uchybienia, mają przede wszystkim charakter edytorski i nie obniżają jej wartości. W realizacji badań Doktorant wykazał nie tylko dużą inwencję twórczą i pomysłowość, lecz także dużą wytrwałość i pracowitość. Umożliwiło to zrealizowanie bardzo szerokiego zakresu prac badawczych, które dostarczyły wielu przydatnych dla praktyki danych.

Przyjęty w rozprawie sposób prezentowania rozważań jest poprawny. Rozważania są prowadzone konsekwentnie, a treść rozprawy ułożona jest we właściwej kolejności. Rozprawa wskazuje na dobre przygotowanie Doktoranta do samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych. Zakres rozwiązywanej problematyki jest w pełni wystarczający i pod tym względem rozprawę doktorską mgr inż. Patryka Matkowskiego należy ocenić jednoznacznie bardzo wysoko. Należy podkreślić, że Doktorant wykazał się umiejętnością krytycznej analizy dostępnej literatury, formułowania problemów badawczych,

planowania i prowadzenia eksperymentów badawczych. Również znajomość i posługiwanie się aparatem matematycznym niezbędnym do opisania analizowanych zależności i prawidłową ich analizą należy ocenić bardzo wysoko.

W podsumowaniu recenzji stwierdzam, że rozprawa pod względem merytorycznym spełnia wymogi stawiane pracom na stopień doktora nauk technicznych, w rozumieniu:

1. Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie w wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1669);
2. Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85),

Biorąc powyższe pod uwagę stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Patryka Matkowskiego do publicznej obrony Jego rozprawy doktorskiej pt. „Modelowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peletów przeznaczonych na ściółkę”.

Ponadto, z uwagi na wysoką wartość merytoryczną dysertacji i oryginalność uzyskanych wyników, wnioskuję o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej.

*Dariusz Choszcz*